НИИОСП им. Н. М. Герсеванова
Госстроя СССР

Руководство

по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах



Москва 1979

gost.e-ecolog.ru

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОСНОВАНИЙ
И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИМ. Н. М. ГЕРСЕВАНОВА
(НИИОСП ИМ. Н. М. ГЕРСЕВАНОВА) ГОССТРОЯ СССР

РУКОВОДСТВО

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ



МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1979

УДК 624.15.04:624.131.29.624.131.434

Рекомендовано к изданию секцией Ученого совета по фундаментостроению на мерзлых грунтах НИИОСП.

Руководство по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах / НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1979. — 39 с.

Руководство составлено по результатам теоретических и экспериментальных исследований деформаций и сил морозного пучения грунтов и материалам обобщения передового опыта фундаментостроения на пучинистых грунтах.

Предназначено для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций.

Р $\frac{30213-417}{047(01)-79}$ Инструкт.-нормат., 1 вып. — 59—78 3202000000

© Стройиздат, 1979

ПРЕДИСЛОВИЕ

Действие сил морозного пучения грунтов и выпучивания фундаментов ухудшает условия эксплуатации и укорачивает сроки службы зданий и сооружений, вызывает их повреждения и деформации конструктивных элементов, что приводит к большим ежегодным затратам на ремонт повреждений и наносит народному хозяйству значительный ущерб.

В настоящем Руководстве приведены проверенные в практике строительства инженерно-мелиоративные, строительно-конструктивные, тепловые и термохимические мероприятия по борьбе с вредным влиянием морозного пучения грунтов на фундаменты зданий и сооружений, а также в кратком изложении даны указания по производству строительных работ по нулевому циклу и мероприятиям по предотвращению выпучивания незаглубляемых и малозаглубляемых фундаментов под малоэтажные каменные здания различного назначения и одноэтажные сборные деревянные дома в сельской местности.

Наиболее часто встречающиеся повреждения фундаментов и разрушения конструкций надфундаментного строения зданий и сооружений от морозного пучения обусловлены следующими факторами: а) составом грунтов в зоне сезонного промерзания и оттаивания; б) состоянием природной влажности грунтов и условиями их увлажнения; в) глубиной и скоростью сезонного промерзания грунтов; г) конструктивными особенностями фундаментов и надфундаментного строения; д) степенью теплового влияния отапливаемых зданий на глубину сезонного промерзания грунтов; е) эффективностью мероприятий, применяемых против воздействия сил морозного выпучивания фундаментов; ж) способами и условиями производства строительных работ по нулевому циклу; з) условиями эксплуатационного содержания зданий и сооружений. Чаще всего эти факторы воздействуют на фундаменты суммарно при различном их сочетании, и бывает трудно установить действительную причину повреждений в зданиях.

Как правило, результаты исследований взаимодействия промерзающего грунта с фундаментами, полученные по методу моделирования в лабораторных условиях, до сих пор не приносят позитивного эффекта при перенесении этих результатов в строительную практику, поэтому следует быть осмотрительнее с применением в природных условиях зависимостей, установленных в лаборатории.

При проектировании следует принимать в расчет результаты многолетних стационарных экспериментальных данных по исследованию взаимодействия промерзающего грунта с фундаментами в природных условиях, а не за одну зиму, так как климатические условия по отдельным годам с аномальными отклонениями не являются характерными для средней зимы данной местности.

Рекомендуемые в данном Руководстве противопучинные мероприятия могут применяться как для полного исключения деформаций от морозного выпучивания фундаментов, так и для частичного их снижения.

Инженерно-мелиоративные мероприятия в принципе являются коренными, поскольку они обеспечивают осушение грунтов в зоне нормативной глубины промерзания грунтов и снижение степени увлажнения слоя грунта на глубине 2—3 м ниже глубины сезонного промерзания. Это мероприятие возможно осуществить практи-

чески не для всех грунтовых и гидрогеологических условий, и тогда следует применять его только как уменьшающее деформацию грунта при промерзании в сочетании с другими мероприятиями.

Строительно-конструктивные мероприятия против сил морозного выпучивания фундаментов направлены в основном на приспособление конструкций фундаментов и частично надфундаментного строения к действующим силам морозного пучения грунтов и к их деформациям при промерзании и оттаивании (например, выбор типа конструкций фундаментов, глубина их заложения в грунт, жесткости конструкций надфундаментного строения, величин нагрузки на фундаменты, заанкеривание фундаментов в грунтах, залегающих ниже глубины промерзания и многие другие конструктивные приспособления).

Рекомендуемые в Руководстве конструктивные мероприятия приведены только в самых общих формулировках без надлежащей конкретизации, как, например, толщина слоя песчано-гравийной или щебеночной подушки под фундаментами при замене пучинистого грунта непучинистым, толщина слоя теплоизолирующих покрытий во время строительства и на период эксплуатации и др.; более детально даны рекомендации по размерам засыпки пазух непучинистым грунтом и по размерам теплоизоляционных подушек в зависимости от глубины промерзания грунтов и местного опыта строительства.

Расчеты фундаментов на устойчивость под действием сил морозного выпучивания, а также расчеты по конструктивным мероприятиям не являются обязательными для всех конструкций, применяемых в фундаментостроении, поэтому нельзя считать эти мероприятия универсальными по борьбе с вредным влиянием морозного пучения грунтов во всех случаях.

Тепловые и химические мероприятия являются коренными как по полному исключению деформаций от морозного пучения, так и по снижению сил морозного выпучивания и величин деформации фундаментов при промерзании грунтов. Они включают в себя применение рекомендуемых теплоизоляционных покрытий на поверхности грунта вокруг фундаментов, теплоносителей для обогрева грунтов и химических реагентов, понижающих температуру смерзания грунта с фундаментом и снижающих касательные силы сцепления мерзлого грунта с плоскостями фундаментов.

При обогреве грунт не будет иметь отрицательную температуру, что исключает его промерзание и морозное пучение.

При обработке грунта химическими реагентами, хотя грунт потом имеет отрицательную температуру, он не замерзает, поэтому также исключается промерзание и морозное пучение.

При назначении противопучинных мероприятий необходимо учитывать значимость зданий и сооружений, особенности технологических процессов производства и условия эксплуатационного режима, грунтовые и гидрогеологические условия, а также климатические характеристики данного района. При проектировании фундаментов на пучинистых грунтах следует отдавать предпочтение таким мероприятиям, которые наиболее экономичны и эффективны в данных условиях.

Изложенные в данном Руководстве мероприятия по борьбе с деформациями зданий и сооружений под действием сил морозного пучения грунтов помогут строителям повысить качество строящихся объектов, обеспечить устойчивость и долговечную эксплуатационную пригодность зданий и сооружений, исключить случаи удлинения

сроков строительства, обеспечить ввод зданий и сооружений в промышленную эксплуатацию в плановые сроки, снизить непроизводительные разовые и ежегодно повторяющиеся расходы на ремонт и восстановление поврежденных силами морозного пучения зданий и сооружений.

Руководство составлено доктором техн. наук М. Ф. Киселевым.

Все замечания по тексту Руководства и предложения об улучшении просьба присылать в НИИ оснований и подземных сооружений Госстроя СССР по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д. 6.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Данное Руководство предназначено для проектирования и строительства фундаментов зданий, промышленных сооружений и различного специального и технологического оборудования на пучинистых грунтах.

Примечание. Рекомендации Руководства по противопучинным мероприятиям не распространяются на площадки, где сезонное промерзание грунтов сливается с вечномерзлым грунтом.

1.2. Руководство разработано в соответствии с основными положениями глав СНиП по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений и оснований и фундаментов зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах.

1.3. Пучинистыми (морозоопасными) грунтами называются такие грунты, которые при промерзании обладают свойством увеличивать свой объем при переходе в мерзлое состояние. Изменение объема грунта обнаруживается в природных условиях в поднятии в процессе промерзания и опускании при оттаивании дневной поверхности грунта. В результате этих объемных изменений происходят деформации и наносят повреждения основаниям, фундаментам и надфундаментному строению зданий и сооружений.

1.4. В зависимости от гранулометрического состава грунта, его природной влажности, глубины промерзания и уровня стояния грунтовых вод грунты, склонные к деформациям при промерзании, по степени морозной пучинистости подразделяются на: сильнопучинистые, среднепучинистые, слабопучинистые и практически непучинистые.

1.5. Подразделения грунтов по степени морозной пучинистости в зависимости от изменяющегося во времени уровня грунтовых вод и показателя консистенции I_L приняты по табл. 1 прил. 6 главы СНиП по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений. Природную влажность грунтов на период эксплуатации при проектировании необходимо корректировать по пп. 3.17—3.20 упомянутой выше главы СНиП.

1.6. Основанием для установления степени пучинистости грунтов должны служить материалы гидрогеологических и грунтовых изысканий (состав грунта, его природная влажность и уровень стояния грунтовых вод, которые могут охарактеризовать участок застройки на глубину не менее удвоенной нормативной глубины промерзания грунта, считая от планировочной отметки).

В практике проектирования оснований и фундаментов часто встречаются большие затруднения при оценке грунтов по степени их морозной пучинистости на основании имеющихся материалов инженерно-геологических изысканий, так как обычно слой сезонного промерзания не считается основанием для фундаментов и для него не определяются необходимые характеристики грунта. Если же первые 1,5—2 м в инженерно-геологических материалах охарактеризованы только как «растительный слой» или же как «почва серая», то при отсутствии уровня грунтовых вод близко к слою промерзания не представляется возможности установить степень пучинистости грунтов. При отсутствии характеристик промерзающего слоя грунта надо провести отдельно дополнительные изыскания на стройплощадке, желательно под каждое стоящее здание.

1.7. Проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений на пучинистых грунтах должно осуществляться с учетом:

Таблица 1

Наименование грунта по степени морозной пучинистости	Пределы положения z, м, уровня грунтовых вод ниже расчетной глубины промерзания у фундамента					Консистенция глинистого грунта I_L
	песок мелкий	песок пылеватый	супесь	суглинок	глина	
Сильнопучинистые	—	—	$z \leqslant 0{,}5$	$z \leqslant 1$	$z \leqslant 1{,}5$	$I_L > 0{,}5$
Среднепучинистые	—	$z \leqslant 0{,}5$	$0{,}5 < z \leqslant 1$	$1 < z \leqslant 1{,}5$	$1{,}5 < z \leqslant 2$	$0{,}25 < I_L \leqslant 0{,}5$
Слабопучинистые	$z \leqslant 0{,}5$	$0{,}5 < z \leqslant 1$	$1 < z \leqslant 1{,}5$	$1{,}5 < z \leqslant 2{,}5$	$2 < z \leqslant 3$	$0 < I_L \leqslant 0{,}25$
Практически непучинистые	$z > 0{,}5$	$z > 1$	$z > 1{,}5$	$z > 2{,}5$	$z > 3$	$I_L \leqslant 0$

Примечания: 1. Консистенция глинистых грунтов I_L должна приниматься по их природной влажности, соответствующей периоду начала промерзания (до миграции влаги в результате действия отрицательных температур). При наличии в пределах расчетной глубины промерзания глинистых грунтов различной консистенции степень морозной пучинистости этих грунтов в целом принимается по среднему взвешенному значению их консистенции.

2. Крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем, содержащие в своем составе более 30% по весу частиц размером менее 0,1 мм, при положении уровня грунтовых вод ниже расчетной глубины промерзания от 1 до 2 м относятся к среднепучинистым грунтам, а менее одного метра — к сильнопучинистым.

3. Величина z — разность между глубиной залегания уровня грунтовых вод и расчетной глубиной промерзания грунта, определяемая по формуле: $z = H_0 - H$, где H_0 — расстояние от планировочной отметки до залегания уровня грунтовых вод; H — расчетная глубина промерзания, м, по главе СНиП II-15-74.

а) степени морозной пучинистости грунтов;

б) рельефа местности, времени и количества выпадающих атмосферных осадков, гидрогеологического режима, условий увлажнения грунтов и глубины сезонного промерзания;

в) экспозиции строительной площадки по отношению к освещаемости солнцем;

г) назначения, сроков строительства и службы, значимости зданий и сооружений, технологических и эксплуатационных условий;

д) технической и экономической целесообразности назначаемых конструкций фундаментов, трудоемкости и продолжительности работ по нулевому циклу и экономии строительных материалов;

е) возможности изменения гидрогеологического режима грунтов, условий их увлажнения в период строительства и за весь срок эксплуатации здания или сооружения;

ж) имеющихся результатов специальных исследований по определению сил и деформаций морозного пучения грунтов (если таковые имеются).

1.8. Объем и виды специальных исследований свойств грунтов и общих инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий предусматриваются общей программой изысканий или дополнительными зданиями к общей программе по согласованию с заказчиком в зависимости от геологических условий, стадии проектирования и специфики проектируемых зданий и сооружений.

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

2.1. При выборе грунтов в качестве естественных оснований в пределах отведенной территории под застройку следует отдавать предпочтение непучинистым или практически непучинистым грунтам (скальные, полускальные, щебенистые, галечниковые, гравийные, дресвяные, пески гравелистые, пески крупные и средней крупности, а также пески мелкие и пылеватые, супеси, суглинки и глины твердой консистенции при уровне стояния грунтовых вод ниже планировочной отметки на 4—5 м).

2.2. Под каменные здания и сооружения на сильно- и среднепучинистых грунтах целесообразнее проектировать столбчатые или свайные фундаменты, заанкеренные в грунте по расчету на силы выпучивания и на разрыв в наиболее опасном сечении, или же предусматривать замену пучинистых грунтов непучинистыми на часть или на всю глубину сезонного промерзания грунта. Возможно также применение подсыпок (подушек) из гравия, песка, горелых пород с терриконов и других дренирующих материалов под всем зданием или сооружением слоем на расчетную глубину промерзания грунта без удаления пучинистых грунтов или только под фундаментами при надлежащем технико-экономическом обосновании расчетом.

2.3. Все основные мероприятия, направленные против деформаций конструктивных элементов зданий и сооружений при промерзании и пучении грунтов, следует предусматривать при проектировании оснований и фундаментов с включением всех затрат в сметную стоимость работ по нулевому циклу.

В тех случаях, когда мероприятия против морозного пучения проектом не предусмотрены, а гидрогеологические условия грунтов строительной площадки в период выполнения работ по нулевому циклу оказались не соответствующими результатам изысканий или же ухудшились по причине неблагоприятных погодных условий, представители авторского надзора должны составить соответствующий акт и возбудить вопрос перед проектной организацией о назначении дополнительно к проекту мероприятий против морозного пучения грунтов (как, например, осушение грунтов в основании, уплотнение с втрамбовкой щебня и др.).

2.4. Расчет оснований на действие сил морозного выпучивания следует производить по устойчивости, так как деформации морозного пучения знакопеременные, повторяющиеся ежегодно. На пучинистых грунтах проектом следует предусматривать обратную засыпку

пазух котлованов до наступления промерзания грунтов во избежание морозного выпучивания фундаментов.

2.5. Прочность, устойчивость и долголетняя эксплуатационная пригодность зданий и сооружений на пучинистых грунтах достигаются применением в практике проектирования и строительства инженерно-мелиоративных, строительно-конструктивных и термохимических мероприятий.

2.6. Выбор противопучинных мероприятий должен базироваться на достоверных и весьма детальных данных о наличии подземных вод, их дебите, направлении и скорости движения их в грунте, рельефе кровли водоупорного слоя, возможностях изменения конструкций фундаментов, способах производства строительных работ, условиях эксплуатации и особенностях технологических процессов производства.

3. ИНЖЕНЕРНО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ДЕФОРМАЦИЙ ОТ ДЕЙСТВИЯ СИЛ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ ГРУНТОВ

3.1. Основная причина морозного пучения грунтов — наличие в них воды, способной переходить в лед при промерзании, поэтому мероприятия, направленные на осушение грунтов, являются коренными, как наиболее эффективные. Все инженерно-мелиоративные мероприятия сводятся к осушению грунтов или недопущению их водонасыщения в зоне сезонного промерзания и ниже этой зоны на 2—3 м. Важно, чтобы грунты оснований перед промерзанием были максимально обезвожены, чего не всегда можно достичь, так как не все грунты способны быстро отдавать содержащуюся в них воду.

3.2. Выбор и назначение мелиоративных мероприятий должны находиться в зависимости от условий источника увлажнения (атмосферных осадков, верховодки или подземных вод), рельефа местности и геологических напластований с их фильтрационной способностью.

3.3. При составлении проектов строительства и их осуществлении в натуре на площадках, сложенных пучинистыми грунтами, следует по возможности избегать изменения направления естественных водостоков и учитывать наличие растительного покрова и требования к его сохранению.

3.4. При проектировании фундаментов на естественном основании с пучинистыми грунтами надлежит предусматривать надежный водоотвод подземных, атмосферных и производственных вод с площадки путем выполнения своевременно вертикальной планировки застраиваемой территории, устройства ливневой канализационной сети, водоотводных каналов и лотков, дренажа и других гидромелиоративных сооружений сразу же после окончания работ по нулевому циклу, не дожидаясь полного окончания строительных работ.

3.5. В общие меры по осушению участка входят мероприятия по осушению котлованов. До отрывки котлована в первую очередь необходимо защитить его от стока атмосферных вод с окружающей территории, от проникновения воды из соседних водоемов, канав и т. д. путем устройства берм или канав.

3.6. Нельзя допускать застаивание воды в котлованах. При небольшом притоке грунтовой воды следует организовать систематическое удаление ее через устройство колодцев глубиной на 1 м ниже дна котлована.

Для понижения уровня грунтовых вод рекомендуется устройство по периметру котлована вертикальных дрен из песчано-гравийной смеси.

3.7. Обратную засыпку пазух при глинистых грунтах надлежит выполнять с тщательным послойным ее уплотнением ручными и пневмо- или электротрамбовками во избежание скопления в засыпке воды, которая повышает влажность грунта не только засыпки, но и грунта природного сложения.

3.8. Насыпные глинистые грунты при планировке местности в пределах застройки должны быть послойно уплотнены механизмами до объемной массы скелета грунта не менее 1,6 т/м^3 и пористости не более 40% (для глинистого грунта без дренирующих прослоек). Поверхность насыпного грунта так же, как и поверхность на срезке, в местах, где отсутствует складирование стройматериалов и движение автотранспорта, полезно покрыть почвенным слоем в 10—15 см и задернить.

Уклон при твердых покрытиях (отмостки, площадки, подъезды и др.) должен быть не менее 3%, а для задернованной поверхности — не менее 5%.

3.9. Для снижения неравномерного увлажнения пучинистых грунтов вокруг фундаментов при проектировании и строительстве рекомендуется: замляные работы производить с минимальным объемом нарушения грунтов природного сложения при рытье котлованов под фундаменты и траншей подземных инженерных коммуникаций; обязательно устраивать водонепроницаемые отмостки шириной не менее 1 м вокруг здания с глиняными гидроизолирующими слоями в основании.

3.10. На строительных площадках, сложенных глинистыми грунтами и имеющих уклон местности более 2%, при проектировании следует избегать устройства резервуаров для воды, прудов и других источников увлажнения, а также расположения вводов в здание трубопроводов канализации и водоснабжения с нагорной стороны здания или сооружения.

3.11. Строительные площадки, расположенные на склонах, должны быть ограждены до начала рытья котлованов от поверхностных вод, стекающих со склонов, постоянной нагорной канавкой с уклоном не менее 5%.

3.12. Нельзя допускать при строительстве скопления воды от повреждения временного водопровода. При обнаружении на поверхности грунта стоячей воды или при увлажнении грунта от повреждения трубопровода необходимо принять срочные меры по ликвидации причин скопления воды или увлажнения грунта вблизи расположения фундаментов.

3.13. При засыпке коммуникационных траншей с нагорной стороны здания или сооружения необходимо устраивать перемычки из мятой глины или суглинка с тщательным уплотнением для предотвращения попадания (по траншеям) воды к зданиям и сооружениям и увлажнения грунтов вблизи фундаментов.

3.14. Устройство прудов и водоемов, которые могут изменить гидрогеологические условия стройплощадки и повысить водонасыщение пучинистых грунтов застраиваемой территории, не допуска-

ется. Необходимо учитывать проектируемое изменение уровня воды в реках, озерах и прудах в соответствии с перспективным генеральным планом.

3.15. Следует избегать расположения зданий и сооружений ближе 20 м к действующим колонкам для заправки тепловозов, обмывки автомашин, снабжения населения и для других целей, а также не проектировать колонки на пучинистых грунтах ближе 20 м к существующим зданиям и сооружениям. Площадки вокруг колонок должны быть спланированы с обеспечением отвода воды.

3.16. При проектировании оснований должны учитываться как сезонные и многолетние колебания уровня грунтовых вод (и верховодки), так и возможность формирования нового повышения или понижения среднего уровня (п. 3.17 главы по проектированию оснований зданий и сооружений). Повышение уровня грунтовых вод увеличивает степень пучинистости грунтов, а поэтому необходимо при проектировании прогнозировать изменение уровня грунтовых вод в соответствии с указаниями пп. 3.17—3.20 главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений.

3.17. Следует особо обращать внимание на сезон периодического подтопления территории, так как наиболее неблагоприятно сказывается на морозное пучение подтопление территории в осенний период, когда увеличивается водонасыщение грунтов перед промерзанием. Необходимо также прогнозировать искусственное повышение уровня грунтовых вод и природной влажности грунта за счет поступления промышленной воды при технологических процессах, связанных с большим потреблением воды.

3.18. Проектирование инженерно-мелиоративных мероприятий должно базироваться на достоверных и детальных данных о наличии подземных вод, их дебите, направлении и скорости движения их в грунте, рельефе кровли водоупорного слоя. Без этих данных построенные дренажно-осушительные сооружения могут оказаться бесполезными. Если нет возможности избавиться от грунтовых вод и осушить грунты промерзающего слоя, то следует прибегнуть к проектированию конструктивных или термохимических мероприятий.

4. СТРОИТЕЛЬНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРОТИВ ДЕФОРМАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ПРОМЕРЗАНИИ И ПУЧЕНИИ ГРУНТОВ

4.1. Строительно-конструктивные мероприятия против деформации зданий и сооружений от морозного пучения грунтов предусматриваются в двух направлениях: полного уравновешивания нормальных и касательных сил морозного пучения и снижения сил и деформаций пучения и приспособления конструкций зданий и сооружений к деформациям грунтов оснований при их промерзании и оттаивании.

При полном уравновешивании нормальных и касательных сил морозного пучения грунтов мероприятия против деформации сводятся к конструктивным решениям и расчету нагрузок на фундаменты. Только на период строительства, когда фундаменты перезимовывают ненагруженными или имеют еще не полную проектную

нагрузку надлежит предусматривать временные теплохимические мероприятия по предохранению грунтов от увлажнения и промерзания. Для малоэтажных зданий с малонагруженными фундаментами целесообразно применять такие конструктивные мероприятия, которые направлены на снижение сил морозного пучения и деформаций конструктивных элементов зданий и приспособление зданий и сооружений к деформациям при промерзании и оттаивании грунтов.

4.2. Фундаменты зданий и сооружений, возводимых на пучинистых грунтах, могут быть запроектированы из любых строительных материалов, которые обеспечивают их эксплуатационную пригодность и удовлетворяют требованиям прочности и долголетней сохранности. При этом необходимо считаться с возможными вертикальными знакопеременными напряжениями от морозного пучения грунтов (поднятие грунтов при промерзании и осадка их при оттаивании).

4.3. При размещении зданий и сооружений на строительной площадке необходимо по возможности учитывать степень пучинистости грунтов с тем расчетом, чтобы под фундаментами одного здания не могли оказаться грунты с различной степенью пучинистости. При необходимости строительства здания на грунтах с различной степенью пучинистости следует предусматривать конструктивные мероприятия против действия сил морозного пучения, например при ленточных сборных железобетонных фундаментах устраивать по фундаментным подушкам монолитный железобетонный пояс и др.

4.4. При проектировании зданий и сооружений с ленточными фундаментами на сильнопучинистых грунтах в уровне верха фундаментов надлежит предусматривать для 1—2-этажных каменных зданий по периметру наружных и внутренних капитальных стен конструктивные железобетонные пояса шириной не менее 0,8 толщины стены, высотой 0,15 м и над проемами последнего этажа — армированные пояса.

Примечание. Железобетонные пояса должны иметь марку бетона не менее М-150, арматуру с минимальным сечением, три стержня диаметром 10 мм с усиленным стыкованием по длине.

4.5. При проектировании свайных фундаментов с ростверком на сильно- и среднепучинистых грунтах необходимо учитывать действие нормальных сил морозного пучения грунтов на подошву ростверка. Сборные железобетонные подстеновые рандбалки должны быть монолитно связаны между собой и уложены с зазором не менее 15 см между рандбалкой и грунтом.

4.6. Глубину заложения фундаментов в практике строительства следует рассматривать как одно из коренных мероприятий по борьбе с деформациями от неравномерных осадок фундаментов и от морозного выпучивания при промерзании грунтов, т. к. заглублением фундаментов в грунт преследуется цель обеспечения устойчивости и долговечной эксплуатационной пригодности зданий и сооружений.

При проектировании глубина заложения фундаментов назначается в зависимости от факторов, предусмотренных в п. 3.27 главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений.

При проектировании фундаментов для зданий и сооружений назначение заглубления фундаментов в грунт — довольно сложный и важный вопрос фундаментостроения, поэтому при его решении следует исходить из всестороннего анализа комплексного влияния

различных факторов на устойчивость фундаментов и на состояние грунтов в их основании.

Под глубиной заложения фундаментов подразумевается расстояние, измеряемое по вертикали, считая от дневной поверхности грунта с учетом подсыпки или срезки до подошвы фундамента, а при наличии специальной подготовки из песка, щебня или тощего бетона — до низа слоя подготовки. Подошвой фундамента называется нижняя плоскость конструкции фундамента, опирающаяся на грунт и передающая на грунт давление от веса здания и сооружения.

4.7. При определении глубины заложения фундаментов следует учитывать назначение и конструктивные особенности зданий и сооружений. Для уникальных зданий (например, высотные здания и Останкинская телевизионная башня в Москве) критерием для заглубления фундаментов служат свойства грунтов. Известно, что на большей глубине грунты бывают плотнее и могут воспринимать значительно большие нагрузки.

Сборные типовые фундаменты гражданских зданий массового строительства (например, жилых многоэтажных домов) заглубляют по условиям устойчивости. Типового решения глубины заложения фундаментов для всех разновидностей грунтов в основании дать не представляется возможности, они возможны только для аналогичных грунтовых условий.

Малоэтажные здания с малонагруженными фундаментами, как, например, гражданские и промышленные здания и сооружения в сельской местности, проектируются с учетом предельных деформаций на непучинистых грунтах и устойчивости на пучинистых.

Глубина заложения фундаментов под временные здания и сооружения принимается по технико-экономическим соображениям с применением облегченных фундаментов мелкого заложения.

Глубина заложения фундаментов крупных промышленных зданий принимается в зависимости от технологических процессов, фундаментов под специальное оборудование и машины, а также по условиям эксплуатационного содержания здания.

Глубина заложения фундаментов зависит от сочетания постоянных и временных нагрузок на основание, а также от динамических воздействий на грунты в основании фундаментов, особенно эти условия необходимо учитывать при заглублении фундаментов под стены наружного ограждения в промышленных зданиях с большими динамическими нагрузками.

4.8. Фундаменты под тяжелое оборудование и машины, а также под мачты, колонны и другие спецсооружения устанавливаются на глубину в соответствии с требованием обеспечения устойчивости и экономической целесообразности. Как правило, плотность сложения грунтов с глубиной возрастает, и поэтому в целях повышения давления на основание и снижения величины осадок фундаментов при уплотнении грунтов принимают бо́льшую глубину заложения фундаментов по сравнению с глубиной заложения фундаментов по условиям промерзания и пучения грунтов.

Фундаменты, работающие на горизонтальные или вырывающие нагрузки, закладываются на глубину в зависимости от величины этих нагрузок. Для зданий с отапливаемыми подвалами глубина заложения фундаментов принимается по условиям устойчивости фундамента независимо от глубины промерзания грунта.

4.9. Встречаются случаи, когда на застраиваемой территории изменяется природный рельеф площадки путем отвода русел ручьев и речек за пределы площадки строительства, а старое русло засыпается грунтом или же площадка выравнивается срезкой грунта на одном участке и подсыпкой на другом.

Несмотря на уплотнение насыпных грунтов, осадка фундаментов на них будет больше по сравнению с осадкой грунта природного сложения, а поэтому и глубину заложения фундаментов нельзя принимать одинаковую для насыпных грунтов и грунтов природного сложения.

При назначении глубины заложения фундаментов необходимо учитывать гидрогеологические условия как решающий фактор во многих случаях проектирования фундаментов. Глубина заложения фундамента зависит от физического состояния современных геологических отложений, однородности и плотности грунта, уровня грунтовых вод и консистенции глинистых грунтов. Грунты рыхлого сложения, водонасыщенные и содержащие в своем составе большое количество органических остатков, не всегда можно использовать в качестве естественных оснований.

На грунтах слабых и сильносжимаемых требуется применять мероприятия по улучшению свойств грунтов или же проектировать свайные фундаменты.

Глубину заложения фундаментов в сложных гидрогеологических условиях следует решать в нескольких вариантах, и наиболее рациональное решение принимается из их сравнения на основании технико-экономических расчетов.

Крайне неблагоприятным фактором в фундаментостроении считается наличие грунтовых вод и расположение их уровня близко к дневной поверхности. Этот фактор обусловливает не только глубину заложения фундаментов, но и их конструкцию и способ производства работ по возведению фундаментов.

4.10. Периодическое колебание уровня грунтовых вод в напряженной зоне основания фундаментов сильно влияет на несущую способность грунтов и вызывает деформации оснований и фундаментов. Кроме того, близкое расположение уровня грунтовых вод к слою мерзлого грунта обусловливает величину морозного вспучивания грунта за счет подсоса влаги из нижележащих водонасыщенных грунтов.

Особым видом грунтовых вод является так называемая верховодка с ограниченным распространением в плане и невыдержанным уровнем стояния грунтовой воды, вмещаемой в толще грунта в виде отдельных очагов. Довольно часто верховодка встречается в толще сезоннопромерзающего грунта и обусловливает большую неравномерность морозного пучения грунтов и выпучивание фундаментов. Даже в пределах одной строительной площадки встречается несколько очагов верховодки с различным уровнем стояния грунтовой воды, иногда даже напорной.

Необходимо учитывать при назначении глубины заложения фундаментов глубину промерзания и степень пучинистости грунтов, так как по условию устойчивости нельзя допускать промерзания пучинистых грунтов ниже подошвы фундаментов.

4.11. Глубина заложения фундаментов каменных гражданских зданий и промышленных сооружений на пучинистых грунтах принимается не менее расчетной глубины промерзания грунтов согласно

табл. 15 главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений.

Расчетная глубина промерзания грунтов определяется по формуле

$$H = m_t H^{н}, \qquad (1)$$

где $H^{н}$ — нормативная глубина промерзания, определяется по формуле

$$H^{н} = H_0 \sqrt{\Sigma |T_м|} \qquad (2)$$

$\Sigma |T_м|$ — сумма абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе, принимаемых по табл. 1 главы СНиП по строительной климатологии и геофизике, а при отсутствии в ней данных для конкретного пункта или района строительства по результатам наблюдений гидрометеорологической станции, находящейся в аналогичных условиях со строительной площадкой;

H_0 — глубина промерзания грунта при $\Sigma |T_м| = 1$, зависящая от вида грунта и принимаемая равной, см, для: суглинков и глин — 23; супесей, песков мелких и пылеватых — 28, песков гравелистых, крупных и средней крупности — 30;

m_t — коэффициент, учитывающий влияние теплового режима здания (сооружения) на глубину промерзания грунта у фундаментов стен и колонн, принимаемый по табл. 14 главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений.

Различают три отличающиеся друг от друга глубины промерзания грунтов: фактическую, нормативную и расчетную.

В практике фундаментостроения под фактической глубиной промерзания грунтов принято считать слой твердосмерзшейся почвы по вертикали от поверхности до подошвы твердомерзлого слоя грунта. Гидрометслужба за фактическую глубину промерзания грунтов принимает глубину проникания температуры нуль градусов в грунт, так как для сельскохозяйственных целей требуется знать глубину промерзания грунта до нулевой температуры, а для целей фундаментостроения требуется знать, на какую глубину грунт находится в твердомерзлом состоянии. Поскольку фактическая глубина промерзания грунтов зависит от климатических факторов (даже в одном и том же пункте в разные годы глубина промерзания грунтов имеет колебание), то за нормативную глубину промерзания грунтов по п. 3.30 главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений принято среднее значение.

Следует подразделять промерзание грунта под подошвой фундамента на разовое при производстве работ по нулевому циклу в зимнее время и на ежегодное в процессе всего срока эксплуатации здания, когда появляются знакопеременные деформации при сезонном промерзании и оттаивании грунтов в период эксплуатации. При назначении глубины заложения фундаментов по условию исключения возможности промерзания пучинистого грунта под подошвой фундамента имеется в виду ежегодное промерзание в процессе эксплуатации зданий и сооружений, так как по условию промерзания грунта в период строительства глубина заложения фундамента не определяется.

Как уже упоминалось выше, мероприятие по глубине заложения фундаментов против недопущения промерзания грунта под по-

дошвой фундамента относится лишь к эксплуатационному периоду, а на период строительства предусматриваются защитные мероприятия по предохранению грунта от промерзания, поскольку в период строительства подошва фундаментов может оказаться в зоне промерзания вследствие незавершения строительных работ по нулевому циклу.

В тех случаях когда природная влажность грунтов не повышается в периоды строительства и эксплуатации зданий на слабопучинистых грунтах (полутвердой и тугопластичной консистенции), глубина заложения фундаментов по условию возможности выпучивания должна приниматься при нормативной глубине промерзания:

до 1 м — не менее 0,5 м от планировочной отметки

до 1,5 м	»	0,75 м	»	»
от 1,5 до 2,5 м	»	1,0 м	»	»
от 2,5 до 3,5 м	»	1,5 м	»	»

Для практически непучинистых грунтов (твердой консистенции) расчетная глубина может приниматься равной нормативной глубине промерзания с коэффициентом 0,5.

4.12. На основании экспериментальной проверки незаглубляемых и мелкозаглубляемых фундаментов на строительных объектах за последние годы в практике энергетического и сельскохозяйственного строительства применяют железобетонные фундаменты в виде плит, лежней и блоков, укладываемых без заглубления на пучинистых грунтах под временные здания и сооружения строительных баз теплоэлектростанций и под оборудование открытых распределительных устройств электроподстанций. При этом полностью исключаются касательные силы морозного выпучивания и накопление остаточных необратимых деформаций морозного выпучивания. Этот способ значительно удешевляет строительство и в то же время обеспечивает эксплуатационную пригодность зданий и спецоборудования.

4.13. Глубина заложения фундаментов под внутренние несущие стены и колонны неотапливаемых промышленных зданий на сильно- и среднепучинистых грунтах принимается не менее расчетной глубины промерзания грунтов.

Глубина заложения фундаментов стен и колонн отапливаемых зданий, имеющих неотапливаемые подвалы или подполья на сильнопучинистых и среднепучинистых грунтах, принимается равной нормативной глубине промерзания с коэффициентом 0,5, считая от поверхности пола подвала.

При срезках грунта с наружной стороны стен здания нормативная глубина промерзания грунта считается от поверхности грунта после срезки, т. е. от планировочной отметки. При подсыпках грунта вокруг стен с наружной стороны нельзя допускать возведения здания до отсыпки грунта вокруг фундаментов на проектную отметку.

При срезках и отсыпках грунта следует особо обратить внимание на осушение грунтов снаружи здания, так как водонасыщенные грунты при промерзании могут нанести повреждения зданию вследствие бокового давления на стены подвала.

4.14. Как правило, не допускается промораживание грунта ниже подошвы фундамента каменных зданий и сооружений и

фундаментов под специальное технологическое оборудование и машины на сильнопучинистых и среднепучинистых грунтах как во время строительства, так и в период эксплуатации.

На практически непучинистых грунтах может быть допущено промерзание грунтов ниже подошвы фундаментов только при условии, если грунты природного сложения плотные и к моменту промерзания или во время промерзания природная влажность их не превышает влажность на границе раскатывания.

4.15. Как правило, запрещается укладка фундаментов на мерзлый грунт в основании без проведения специальных исследований физического состояния мерзлого грунта и заключения от научно-исследовательской организации.

Не редки случаи в практике фундаментостроения, когда требуется укладывать фундаменты на промороженные грунты. При благоприятных грунтовых условиях можно допустить укладку фундаментов на мерзлые грунты без предварительного их отогрева, но при этом необходимо иметь достоверные физические характеристики грунтов в мерзлом состоянии и данные об их природной влажности, чтобы убедиться в том, что действительно грунты очень плотные и маловлажные при твердой консистенции и по степени морозной пучинистости относятся к практически непучинистым. Показателем плотности мерзлого глинистого грунта служит объемная масса скелета мерзлого грунта более 1,6 г/см^3.

4.16. В целях уменьшения сил пучения и предупреждения деформаций фундаментов вследствие смерзания пучащихся грунтов с боковой поверхностью фундаментов следует:

а) принимать простейшие формы фундаментов с малой площадью поперечного сечения;

б) отдавать предпочтение столбчатым и свайным фундаментам с фундаментными балками;

в) уменьшать площадь смерзания грунта с поверхностью фундаментов;

г) заанкеривать фундаменты в слое грунта ниже сезонного промерзания;

д) снижать глубину промерзания грунта возле фундаментов теплоизоляционными мероприятиями;

е) уменьшать значения касательных сил морозного пучения путем применения смазки плоскостей фундаментов полимерной пленкой и другими смазочными материалами;

ж) принимать решения по повышению нагрузок на фундамент для уравновешивания касательных сил выпучивания;

з) применять полную или частичную замену пучинистого грунта непучинистым.

4.17. Расчет устойчивого положения фундаментов на воздействие сил морозного пучения грунтов основания должен производиться в тех случаях, когда грунты соприкасаются с боковой поверхностью фундаментов или расположены под их подошвой, относятся к пучинистым и возможно их промерзание.

Примечания. 1. При проектировании капитальных зданий на фундаментах глубокого заложения с большими нагрузками расчет устойчивости можно производить только на период строительства, если фундаменты перезимовывают ненагруженными;

2. При проектировании и строительстве малоэтажных зданий с конструкциями, малочувствительными к неравномерным осадкам (например, с деревянными рубленными или брусчатыми

стенами), а также для сельскохозяйственных сооружений типа овоще- и силосохранилищ, выполняемых из древесных материалов, расчеты на действие сил морозного пучения можно не производить и мероприятия против пучения не применять.

4.18. Устойчивость положения фундаментов при действии на них касательных сил морозного выпучивания проверяется расчетом по формуле

$$(N^{н} + Q^{н})\, n_1 \geqslant n\tau^{н} F, \qquad (3)$$

где $N^{н}$ — нормативная нагрузка на основание в уровне подошвы фундамента, кгс;

$Q^{н}$ — нормативное значение силы, удерживающей фундамент от выпучивания вследствие трения его боковой поверхности о талый грунт, расположенный ниже расчетной глубины промерзания (определяемое по формуле 4);

n_1 — коэффициент перегрузки, принимаемый равным 0,9;

n — коэффициент перегрузки, принимаемый равным 1,1;

$\tau^{н}$ — нормативное значение удельной касательной силы пучения, принимаемое равным 1; 0,8 и 0,6 соответственно для сильнопучинистых, среднепучинистых и слабопучинистых грунтов;

F — площадь боковой поверхности части фундамента, находящейся в пределах расчетной глубины промерзания, см (при определении значения F принимается расчетная глубина промерзания, но не более 2 м).

4.19. Нормативное значение силы, удерживающей фундамент от выпучивания, $Q^{н}$ вследствие трения его боковой поверхности о талый грунт определяется по формуле

$$Q^{н} = f^{н}_{т} F_{т}, \qquad (4)$$

где $f^{н}_{т}$ — нормативное значение удельного сопротивления сдвигу талого грунта основания по боковой поверхности фундамента, определяемое по результатам опытных исследований; при их отсутствии значение $f^{н}_{т}$ допускается принимать для песчаных грунтов 0,3 кгс/см² и для глинистых 0,2 кгс/см².

4.20. В случае применения фундаментов анкерного типа сила $Q^{н}$, удерживающая фундамент от выпучивания, должна определяться по формуле

$$Q^{н} = 2\gamma_{ср} F_a h_a, \qquad (5)$$

где $\gamma_{ср}$ — среднее нормативное значение объемного веса грунта, расположенного выше поверхности анкерной части фундамента, кгс/см³;

F_a — площадь верхней поверхности анкерной части фундамента, воспринимающая вес вышележащего грунта, см²;

h_a — заглубление анкерной части фундамента от ее верхней поверхности до отметки планировки, см.

4.21. Определение сил морозного пучения грунтов, действующих по боковой поверхности фундаментов, имеет большое значение для проектирования оснований и фундаментов малоэтажных и вообще зданий с малонагруженными фундаментами, особенно для случаев применения монолитных неступенчатых фундаментов.

Хотя в п. 4.13 и даны нормативные величины удельных касательных сил морозного пучения, но при соответствующем обосновании они могут быть уточнены в зависимости от применяемых смазок.

Пример расчета устойчивости фундамента по условиям воздействия касательных сил морозного выпучивания

Для примера расчета устойчивости фундаментов приняты следующие грунтовые условия площадки строительства:

1) растительный слой 0,2 м;

2) суглинок покровный, желто-коричневый от 0,2 до 4,5 м; объемный вес грунта 1,9 г/см^3; природная влажность колеблется от 24 до 27%; влажность на границе раскатывания 18%; на пределе текучести 30%; число пластичности 12; залегание уровня грунтовых вод на глубине 2,8 м от дневной поверхности. Суглинок мягкопластичной консистенции — по природной влажности и условиям увлажнения относится к сильнопучинистому.

Требуется проверить монолитный столбчатый железобетонный фундамент с анкерной плитой на устойчивость под действием сил морозного выпучивания (площадь анкерной плиты $1{,}4\times1{,}4=1{,}96$ м^2; сечение стойки $0{,}5\times0{,}5$ м; высота плиты 0,2 м).

Исходные данные для поверочного расчета следующие: $N^н$ — нормативная нагрузка от веса сооружения и фундамента с весом грунта на уступах, равная 40 т; H — расчетная глубина промерзания грунта, равная 2 м; h_1 — глубина заложения фундамента, равная 2,2 м; $\delta_{об}$ — объемный вес грунта, равный 2 т/м^3; $\tau^н$ — 1 кг/см^2; $F_т=20\times140\times4=11200$ см^2; $f_т$ — 0,2 кг/см^2; $n=1{,}1$; $n_1=0{,}9$; F — $200\times200=40000$ см^2.

По формуле (3) получим $(40+0{,}2\times11200)0{,}9<1{,}1\times1\times40000$;

$$38 \text{ т} < 44 \text{ т}$$

Как видим, фундамент данной конструкции на сильнопучинистых грунтах при расчетной глубине промерзания грунта в 2 м не обеспечит устойчивости при промерзании грунтов в период эксплуатации.

Конструктивно можно принять сечение стойки не 50×50, а 40×40, и тогда правая часть уравнения выразится в 35,2 т, что вполне обеспечит устойчивость фундамента при промерзании грунта за весь период эксплуатации здания.

4.22. При неизбежности промерзания пучинистого грунта под подошвой фундамента должна производиться проверка устойчивости фундамента на совместное действие касательных и нормальных сил морозного пучения. Проверка выполняется по формуле

$$n_1N^н \geqslant n\,(\tau^н F + F_ф h_1 \sigma^н), \qquad (6)$$

где n_1, $N^н$, n, $\tau^н$, F — обозначения те же, что и в формуле (4.3);

$F_ф$ — площадь подошвы фундамента, см;

h_1 — глубина промерзания грунта, считая от подошвы фундамента, см;

$\sigma^н$ — нормативное значение нормального давления морозного пучения, создаваемое 1 см. промороженного слоя грунта, кгс/см^3.

Значение $\sigma^н$ принимается в зависимости от степени пучинистости грунта и от размеров площади подошвы фундамента на основании опытных данных по табл. 2.

Таблица 2

Наименование грунта по степени морозной пучинистости	При площади подошвы фундамента, см²			
	50×50	70×70	100×100	>100×100
Сильнопучинистые	0,06	0,04	0,03	0,02
Среднепучинистые	0,05	0,03	0,02	0,01
Слабопучинистые	0,04	0,02	0,01	—

Глубину промерзания грунта под подошвой фундамента h_1 при незаглубленных фундаментах надлежит ограничивать не более 1 м, а для заглубленных фундаментов более 0,5 м, слой мерзлого грунта рекомендуется принимать не более 0,5 м.

Пример расчета устойчивости отдельностоящего железобетонного анкерного фундамента на совместное действие касательных и нормальных сил морозного выпучивания

Для примера расчета примем следующие данные:

1) грунт суглинок до глубины 150 см мягкопластичной консистенции, по степени морозной пучинистости относится к среднепучинистому; ниже залегает плотный суглинок твердой и полутвердой консистенции, по степени морозной пучинистости относится к слабопучинистому;

2) фундамент столбчатый сечением 50×50 см с анкерной плитой сечением 100×100 и высотой 25 см; $H^н$ — нормативная глубина промерзания, равная 2,2 м; h — глубина заложения фундамента, равная 1,8 м; $h_a = 1{,}8 - 0{,}25 = 1{,}55$; $h_1 = 40$ см; $\gamma_{ср}$ — средний объемный вес грунта, равный 2 т/м³; $F_ф = 100 \times 100 = 10000$ см²; $F_a = (100 \times 100) - (50 \times 50) = 7500$ см²; $F = (155 \times 200) + (25 \times 400) = 41000$ см² = 4,1 м²; $\tau^н = 0{,}8$ кгс/см²; $\sigma^н = 0{,}02$ кгс/см³; $Q^н = 2\,\gamma_{ср} F_a h_a = 2 \times 2 \times 0{,}75 \times 1{,}55 = 4{,}65$ т; $n_1 = 0{,}9$; $n = 1{,}1$; $N^н$ — нормативная нагрузка на фундамент 40 т.

Подставляя значения в формулу (6), получим $0{,}9(40 + 4{,}65 < 1{,}1(0{,}8 \times 41000 + 10000 \times 40 \times 0{,}02)$;

$$41{,}185 < 44{,}8 \text{ т.}$$

Как видим, по результату расчета условие устойчивости фундамента при совместном воздействии касательных и нормальных сил морозного пучения не соблюдается, а поэтому потребуется уравновесить силы морозного выпучивания, чтобы обеспечить устойчивость фундамента. Это можно достигнуть добавлением нагрузки на фундамент или же увеличением глубины заложения подошвы фундамента, определив величину h_1, т. е. промерзание грунта ниже подошвы фундамента по формуле

$$h_1 = \frac{n_1 (N^н + Q^н) - n\tau^н F}{F_ф \sigma^н}. \qquad (7)$$

Подставляя значения величин из приведенного примера расчета устойчивости фундамента и решая уравнение, получим $h_1 = 25$ см.

Следовательно, можно заглубить фундамент не на 1,8 м, а на 1,95 см и тогда условие устойчивости фундамента будет соблюдаться.

Примечание. По формуле (6) предусмотрены два коэффициента перегрузки $n_1=0{,}9$ и $n=1{,}1$, т. е. нагрузка на грунт под подошвой фундамента снижается на 10%, а сила морозного выпучивания увеличивается на 10%. Скорее n_1 будет коэффициентом недогрузки. В нашем примере логичнее было бы коэффициент n принимать равным 1, потому как по сути никакой перегрузки нет.

4.23. Во избежание деформаций каменных легких зданий следует фундаменты под стены на сильнопучинистых грунтах применять монолитными с анкерами по расчету на действие касательных сил морозного выпучивания. Сборные блоки и фундаментные башмаки надлежит замоноличивать по расчету на разрыв.

Рекомендуется отдавать предпочтение таким конструкциям фундаментов, которые позволяют механизировать процесс производства строительных работ и сократить объем земляных работ по рытью котлованов, а также транспортировку, обратную засыпку и трамбовку грунта при засыпке пазух. На сильно- и среднепучинистых грунтах этому условию удовлетворяют столбчатые, свайные и анкерные свайные фундаменты, при устройстве которых не требуется производить больших объемов земляных работ.

4.24. При строительстве малоэтажных зданий на сильнопучинистых грунтах рекомендуется проектировать крыльцо на сплошной железобетонной плите, по гравийно-песчаной подушке толщиной 30—50 см (верх плиты должен быть ниже пола в тамбуре на 10 см с зазором между крыльцом и зданием 2—3 см). Для капитальных каменных зданий следует предусматривать устройство крылец на сборных железобетонных консолях с зазором между поверхностью грунта и низом консолей не менее 20 см; при столбчатых или свайных фундаментах следует предусматривать промежуточные опоры, с тем чтобы расположение столбов или свай под наружные стены совпадало с местом установки консолей для крылец.

4.25. При наличии местных дешевых строительных материалов (песок, гравий, щебень, балласт и др.) или непучинистых грунтов вблизи строительной площадки целесообразно устройство под зданиями или сооружениями сплошных подсыпок толщиной на $^2/_3$ нормативной глубины промерзания или засыпок пазух с наружной стороны фундаментов из непучинистых материалов или грунтов (щебень, гравий, галька, пески крупные и средние, а также шлаки, горелые породы и другие горнопромышленные отходы).

Осушение дренирующих засыпок в пазухах и подушек под фундаментами при наличии водопоглощающих грунтов ниже пучинистого слоя должно осуществляться путем сброса воды через дренирующие скважины или воронки. При проектировании фундаментов на подсыпках следует руководствоваться «Указаниями по проектированию и устройству фундаментов и подвалов зданий и сооружений в глинистых грунтах по методу дренирующих прослоек».

4.26. При строительстве зданий и сооружений на пучинистых грунтах из сборных конструкций пазухи необходимо засыпать с тщательным уплотнением грунта немедленно после укладки цокольного перекрытия; в остальных случаях пазухи должны засыпаться с утрамбовкой грунта по мере возведения кладки или монтажа фундаментов.

4.27. Проектирование заглубления фундаментов в пучинистых

грунтах на расчетную глубину промерзания грунтов с учетом теплового влияния зданий и сооружений принимается по главе СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений в тех случаях, когда они не будут перезимовывать без предохранения грунтов от промерзания в период строительства и после его окончания до ввода здания в постоянную эксплуатацию с нормальным отоплением или когда они не будут находиться в длительной консервации.

4.28. При проектировании на пучинистых грунтах фундаментов промышленных зданий, строительство которых длится в течение двух — трех лет (например, теплоэлектростанции), в проектах следует предусматривать мероприятия по предохранению грунтов оснований от увлажнения и промерзания.

4.29. При строительстве малоэтажных зданий следует предусматривать декоративные цокольные обшивки с засыпкой пространства между цоколем и заборной стенкой малотеплопроводными и невлагоемкими материалами (опилками, шлаком, гравием, сухим песком и различными отходами горной промышленности).

4.30. Замену пучинистого грунта непучинистым у фундаментов отапливаемых зданий и сооружений рекомендуется производить только с наружной стороны фундаментов. Для неотапливаемых зданий и сооружений замену пучинистого грунта непучинистым рекомендуется производить с обеих сторон фундаментов под наружные стены и также с обеих сторон фундаментов под внутренние несущие стены.

Ширина пазухи для засыпки непучинистым грунтом определяется в зависимости от глубины промерзания грунтов и от гидрогеологических условий грунтов оснований.

При условии отвода воды из засыпок пазух и при глубине промерзания грунтов до 1 м ширина пазухи для засыпки непучинистого грунта (песка, гравия, гальки, щебня) достаточна в 0,2 м. С заглублением фундаментов от 1 до 1,5 м минимально допустимая ширина пазухи для засыпки непучинистого грунта должна быть не менее 0,3 м, и при глубине промерзания грунтов от 1,5 до 2,5 м пазуху желательно засыпать на ширину не менее 0,5 м. Глубина засыпки пазух в данном случае принимается не менее $^3/_4$ глубины заложения фундамента, считая от планировочной отметки.

При невозможности отвода воды из непучинистого грунта засыпку пазух ориентировочно можно рекомендовать на ширину, равную на уровне подошвы фундамента 0,25—0,5 м и на уровне дневной поверхности грунта не менее расчетной глубины промерзания грунтов с обязательным перекрытием непучинистого материала засыпки отмосткой с асфальтовым покрытием.

Таблица 3

Глубина промерзания грунта, м	Размеры отмостки, м	
	толщина	ширина
1	0,2	1
1,5	0,3	1,5
2 и более	0,4	2

4.31. Устройство шлаковых подушек по периметру зданий с наружной стороны фундаментов надлежит применять для жилых и промышленных отапливаемых зданий и сооружений. Шлаковая подушка укладывается толщиной слоя от 0,2 до 0,4 м и шириной от 1 до 2 м в зависимости от глубины промерзания грунтов (табл. 3) и прикрывается отмосткой.

При отсутствии гранулированного шлака рекомендуется при соответствующем технико-экономическом обосновании применять керамзит с теми же размерами толщины и ширины подушки, что и для шлаковых подушек.

5. ТЕПЛОВЫЕ И ХИМИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРОТИВ ДЕЙСТВИЯ СИЛ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ

5.1. Для снижения удельных касательных сил морозного пучения на период строительства рекомендуется применять послойное через 10 см засоление грунта засыпки вокруг фундаментов технической поваренной солью из расчета 25—30 кг на 1 м³ суглинистого грунта или хлористым калием из расчета 30—32 кг на 1 м³. После рассыпки соли на взрыхленный слой грунта в 10 см по высоте и 30—40 см по ширине пазухи, считая от стенки фундамента, грунт с солью перемешивается и этот слой тщательно утрамбовывается, затем укладывается следующий слой грунта с засолением и утрамбовкой. Грунт засыпки пазухи засоляется, начиная с 1 м ниже планировочной отметки и не доходя 0,5 м до дневной поверхности.

Применение засоления грунта допускается только в тех случаях, когда оно не повлияет на снижение прочности материалов фундаментов или других подземных сооружений.

5.2. Для уменьшения касательных сил выпучивания фундаментов в промерзающих влажных глинистых и пылеватых грунтах в период строительства по предложению Томского инженерно-строительного института может быть применена обработка грунта толщиной 5—10 см на контакте с фундаментом, нефтяным раствором. В состав раствора входит дизельное топливо — 54%, высокоокисленный битум — 20%, окись кальция — 20%, НЧК (алкиларилсульфонат) — 4% и вода — 2% к общему весу.

Приготовление раствора заключается в следующем:

а) приготавливается жидкий концентрат растворением высокоокисленного битума в дизельном топливе путем механического перемешивания с подогревом при температуре 45—50°С в течение одного часа;

б) при обычной температуре жидкий концентрат перемешивается с остальными компонентами в течение 30—40 мин.

Приготовление жидкого концентрата удобнее производить в стационарных условиях. Приготовление раствора можно производить непосредственно на строительной площадке в обыкновенных растворомешалках.

Обработка грунта нефтяным раствором осуществляется механическим перемешиванием его с раствором до однородной по цвету массы в количестве 5—10% раствора от веса сухого грунта.

Устройство контактного слоя из обработанного грунта для фундаментов на естественном основании можно производить об-

ратной засыпкой пазух грунтом, обработанным нефтяным раствором, с послойным уплотнением.

5.3. В целях обеспечения гидроизоляции ленточных фундаментов и снижения сил смерзания между грунтом и материалом фундаментов по предложению Ленинградского инженерно-строительного института рекомендуется обмазывать выровненные боковые поверхности фундамента непрочно-смерзающимися материалами, например битумной мастикой (приготовленной из золы-уноса ТЭЦ — четыре части, битума МТЗ — три части и солярового масла — одна часть по объему).

Обмазка фундамента должна производиться от его подошвы до планировочной отметки в два слоя: первый — тонкий с тщательной притиркой, второй толщиной в 8—10 мм.

5.4. Для уменьшения значений удельных касательных сил морозного пучения грунтов при строительстве малонагруженных свайных фундаментов под специальное технологическое оборудование на сильнопучинистых грунтах может быть применено покрытие поверхности свай в зоне сезонного промерзания грунтов полимерной пленкой. Экспериментальная проверка в полевых условиях показала эффект снижения касательных сил морозного пучения грунтов от применения полимерных пленок от 2,5 до 8 раз. Состав высокомолекулярных соединений и технология приготовления и нанесения пленок на плоскости железобетонных фундаментов изложены в «Рекомендациях по применению высокомолекулярных соединений в борьбе с морозным выпучиванием фундаментов» (М., Стройиздат, 1969).

5.5. Столбчатые фундаменты до полной их нагрузки в период строительства надлежит обертывать бризолем или рубероидом в два слоя на $^2/_3$ от нормативной глубины промерзания грунтов, считая от планировочной отметки, при том условии, если нагрузка на фундамент меньше сил морозного выпучивания.

5.6. На время строительства вокруг фундаментов зданий и сооружений следует устраивать временные теплоизоляционные покрытия из опилок, снега, шлака и других материалов в соответствии с указаниями по предохранению грунтов и грунтовых оснований от промерзания.

5.7. Во избежание промораживания грунтов под подошвой фундаментов внутренних стен и колонн в технических подпольях и цокольных этажах недостроенных или построенных, но перезимовывающих без отопления зданий следует организовать в зимние месяцы временное отопление этих помещений, чтобы не допустить повреждения конструктивных элементов зданий (в практике применяются калориферы, электронагреватели, металлические печи и др.).

5.8. При строительстве в зимнее время в отдельных случаях надлежит предусматривать электропрогрев грунтов путем периодического пропускания (в зимние месяцы) электрического тока по специально уложенной под фундаментами 3-мм стальной проволоке; контроль за обогревом грунта под фундаментами должен осуществляться при этом по данным замеров его температуры ртутными термометрами или по данным наблюдений за промерзанием грунта около фундаментов по мерзлотомеру Данилина.

5.9. Промышленные здания или сооружения, для которых по технологическим соображениям нельзя допускать деформации вследствие промерзания грунтов вокруг фундаментов и ниже их

подошвы (фундаменты под установки для получения жидкого кислорода под холодильные машины, под автоматические и другие установки в холодильных неотапливаемых цехах и под специальные установки и оборудование), должны быть надежно ограждены от деформаций морозного пучения грунтов.

В этих целях рекомендуется применять периодически (с ноября по март, а для северных и северо-восточных районов с октября по апрель) обогрев грунта вокруг фундаментов пропусканием горячей воды по трубопроводу от центральной отопительной системы или от сточных отработанных промышленных горячих вод. Для этого можно также использовать водяной пар.

Покрытый битумной эмалью стальной трубопровод сечением не менее 37 мм должен укладываться непосредственно в грунт на глубину 20—60 см ниже планировочной отметки и на 30 см в сторону от фундамента с наружной стороны с уклоном для слива воды. Там, где позволяют условия производства, над трубопроводом по поверхности земли рекомендуется уложить растительный грунт слоем 10—15 см с уклоном в сторону от фундамента. По поверхности растительного слоя в целях теплоизоляции полезно сделать посев дернообразующих многолетних травосмесей.

5.10. Подготовку почвенного слоя, посев дернообразующих трав и посадку кустарниковых растений следует производить, как правило, в весеннее время без нарушения принятой по проекту планировки площадок.

5.11. В качестве задернителей рекомендуется применять травосмесь, состоящую из семян пырея, полевицы, овсяницы, мятлика, тимофеевки и других дернообразующих травянистых растений. Желательно использовать семена трав местной флоры применительно к природно-климатическим условиям местности. В засушливые летние месяцы задерненные и засаженные декоративными кустарниками участки рекомендуется периодически поливать.

6. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ВЫПУЧИВАНИЯ НЕЗАГЛУБЛЯЕМЫХ И МАЛОЗАГЛУБЛЯЕМЫХ ФУНДАМЕНТОВ

ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЗОННО-ПРОМЕРЗАЮЩИХ ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВАНИЙ НЕЗАГЛУБЛЯЕМЫХ И МАЛОЗАГЛУБЛЯЕМЫХ ФУНДАМЕНТОВ

6.1. Применяемое в практике строительства мероприятие против морозного выпучивания малонагруженных фундаментов путем повышения глубины заложения фундаментов на расчетную глубину промерзания грунтов и даже более глубины промерзания не обеспечивает устойчивость и нормальную эксплуатационную пригодность легких зданий, возводимых на пучинистых грунтах, так как малонагруженные фундаменты, несмотря на большое заглубление выпучиваются из грунта с нарастанием неравномерных оста-

точных деформаций морозного пучения. В таком случае следует подумать о том, как здание или сооружение конструктивно приспособить к деформациям морозного пучения грунтов с расположением фундаментов на поверхности грунтов без заглубления или с малым заглублением в слое сезонного промерзания.

Использование сезоннопромерзающего слоя в качестве естественного основания дает возможность значительно сократить стоимость работ по нулевому циклу и снизить время строительства зданий и сооружений. Внедрение в практику фундаментостроения мероприятий по проектированию легких зданий на фундаментах с мелким заглублением или без заглубления в грунт будет способствовать успешному завершению строительства в сельской местности Нечерноземной зоны РСФСР.

Конструкции фундаментов для легких зданий и сооружений без заглубления в грунт или с мелким заглублением при расположении подошвы фундамента в слое сезонного промерзания подвергаются действию нормальных и касательных сил морозного пучения грунтов. На незаглубляемые фундаменты действуют нормальные силы морозного пучения, а на малозаглубляемые фундаменты воздействуют совместные касательные и нормальные силы морозного выпучивания. Касательные силы морозного пучения экспериментально достаточно изучены в полевых и лабораторных условиях и против их вредного действия разработаны противопучинные мероприятия, чего нельзя сказать про нормальные силы морозного пучения, поэтому необходимо в первую очередь исследовать величины нормальных сил морозного пучения, установить их основные закономерности взаимодействия фундаментов с промерзающим грунтом и определить количественно зависимости нормальных сил морозного пучения от глубины промерзания грунта и размеров подошвы фундамента.

Полученные результаты экспериментальных исследований нормальных сил морозного пучения могут служить в какой-то мере обоснованием для разработки мероприятий против деформации зданий и сооружений от морозного пучения грунтов в направлении усовершенствования конструктивных решений фундаментов, подготовки грунтов в основании, приспособления зданий и сооружений к деформациям морозного пучения грунтов и применению других способов, направленных на снижение деформаций от морозного выпучивания фундаментов.

ПРЕДЕЛЫ ПРИМЕНИМОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ВЫПУЧИВАНИЯ НЕЗАГЛУБЛЯЕМЫХ И МАЛОЗАГЛУБЛЯЕМЫХ ФУНДАМЕНТОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

6.2. Данные мероприятия распространяются на проектирование оснований и фундаментов легких одноэтажных гражданских и промышленных зданий и сооружений на пучинистых грунтах преимущественно сельскохозяйственного назначения и энергетического строительства, таких, как например, рубленных, сборно-брусчатых и щитовых домов, гаражей, ремонтных мастерских, промзданий по переработке сельскохозяйственной продукции, складских помещений для хранения сельскохозяйственной техники,

минеральных удобрений, строительных материалов, зерна, овощей, кормов для скота, животноводческих комплексов (птичники, коровники и др.), трансформаторных подстанций, временных зданий и сооружений строительных баз теплоэлектростанций и другие здания и сооружения, осуществляемые строительством из местных древесных материалов.

Большей частью малозаглубляемые фундаменты рекомендуется применять под каменные здания и сооружения при грунтах, относящихся по степени пучинистости к средне- и слабопучинистым с условием предварительной подготовки грунтов в основании путем локального их уплотнения.

Незаглубляемые фундаменты под вышеупомянутые здания и сооружения можно применять на всех грунтах независимо от их степени пучинистости, кроме грунтов, относящихся к чрезмерно пучинистым.

Сильнопучинистые грунты по условиям их увлажнения и плотности сложения подразделяются на две группы: I — чрезмерно пучинистые и II — сильнопучинистые по табл. 4.

Таблица 4

Группы по пучинистости	Положение уровня грунтовых вод z, м, для грунтов				Консистенция I_L
	крупнообломочных с заполнителем	супесей	суглинков	глин	
I	$z<0,3$	$z\leqslant 0,3$	$z\leqslant 0,7$	$z\leqslant 1$	$I_L>0,5$
II	$z<0,4$	$z\leqslant 0,5$	$z\leqslant 1$	$z\leqslant 1,5$	$0,25<I_L\leqslant 0,5$

Примечание: Величина z — расстояние, превышающее расчетную глубину промерзания, т. е. разность между глубиной залегания уровня грунтовых вод на период промерзания и расчетной глубиной промерзания.

По физическому состоянию чрезмерно пучинистые грунты имеют свои отличительные характеристики от сильнопучинистых грунтов.

К чрезмерно пучинистым грунтам (группа I по табл. 4) относятся, как правило, отложения в зоне промерзания, которые не могут служить в качестве естественного основания вследствие их малой плотности сложения. К таким относятся грунты текучепластичной и текучей консистенции, заторфованные грунты и торфяники, намытые гидромониторами грунты, насыпные грунты в обводненном состоянии и др.

Сильнопучинистые грунты (группа II, табл. 4) отличаются от чрезмерно пучинистых по физическому состоянию. К ним относятся все виды грунтов, которые по плотности в природном сложении могут быть использованы в качестве естественного основания под

фундаменты некоторых зданий и сооружений без специальной подготовки основания.

Проверка незаглубляемых фундаментов на действие нормальных сил морозного пучения выполняется по формуле

$$n_1 N^{н} \geqslant n F_{ф} h_1 \sigma^{н}, \qquad (8)$$

где $N^{н}$ — нормативная нагрузка на основание в уровне подошвы фундамента, кгс;
$F_{ф}$ — площадь подошвы фундамента, см^2;
n_1 — коэффициент перегрузки, принимаемый равным 0,9;
n — коэффициент перегрузки, принимаемый равным 1,1:
h_1 — глубина промерзания грунта ниже подошвы фундамента, см;
$\sigma^{н}$ — нормативное значение нормального давления морозного пучения, кгс/см^3, принимается по таблице 2.

Пример. Требуется проверить фундамент-плиту из керамзитобетона с размерами 100×150 см под колонну одноэтажного каркасного здания. Глубина промерзания грунта ниже подошвы плиты 50 см, нагрузка на колонну, опирающуюся на плиту, 18 т. Плита уложена на поверхность песчаной подсыпки без заглубления в грунт. Грунт в основании плиты по степени морозной пучинистости относится к среднепучинистому.

Подставляя значения величин в формулу (6), получим величину нормальных сил морозного пучения грунтов $N^{н}=18$ т; $n_1=0{,}9$; $n=1{,}1$; $F_{ф}=100\times150=15000$ см^2; $h_1=50$ см; $\sigma^{н}=0{,}02$ (по табл. 2); $0{,}9\times18\geqslant1{,}1\times150\times50\times100\times0{,}02$; $16{,}2<16{,}5$ т.

Экспериментальная проверка показала, что при такой нагрузке фундамент каркасного здания при промерзании грунта на 120 см наблюдались вертикальные смещения фундаментных плит от 3 до 10 мм, что вполне допустимо для каркасных одноэтажных зданий.

Пределы применимости мероприятия по предотвращению выпучивания незаглубляемых и малозаглубляемых фундаментов составлены на основании обобщения имеющегося опыта строительства и эксплуатации зданий и сооружений, возводимых в качестве экспериментальных на пучинистых грунтах.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УСТРОЙСТВУ НЕЗАГЛУБЛЯЕМЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

6.3. При устройстве незаглубляемых фундаментов не проявляются касательные силы морозного выпучивания и, следовательно, исключается возможность возникновения и накопления остаточных неравномерных деформаций при промерзании и оттаивании грунтов. Таким образом, основные мероприятия по обеспечению устойчивости и эксплуатационной пригодности зданий и сооружений сводятся к подготовке грунтов оснований для укладки на них фундаментов с целью снижения деформаций морозного пучения и приспособления конструкций фундаментов и надфундаментного строения, к знакопеременным деформациям.

Нормальные силы морозного пучения в большинстве случаев превышают вес надфундаментного строения, т. е. они не уравновешиваются нагрузкой на фундамент и тогда основным фактором, влияющим на выпучивание фундамента будет величина деформа-

ции или пучения грунта. Если же величина морозного пучения не пропорциональна значениям нормальных сил пучения, то и мероприятия следует направить не на преодоление нормальных сил морозного пучения, а на снижение значений деформации пучения до предельно допустимых величин.

В зависимости от наличия вблизи площадки непучинистых грунтов или материалов для устройства подушек под фундаментные плиты можно применять песок крупный и средней крупности, гравийно-галечник, мелкий щебень, котельный шлак, керамзит и различные горнопромышленные отходы.

На площадках с насыпными или намывными грунтами проектирование незаглубленных фундаментов в виде плит и лежней следует выполнять в соответствии с требованиями разд. 10 главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений.

При устройстве незаглубляемых ленточных фундаментов под сборные одноэтажные здания надлежит руководствоваться следующими рекомендациями:

а) на спланированной площадке после разбивки осей укладывается песчаная подсыпка под наружные стены толщиной 5—8 см и шириной 60 см. Устанавливается опалубка, укладывается арматура (три стержня диаметром 20 мм) и производится бетонирование (сечение ленты 30×40 см). На чрезмерно пучинистых грунтах, особенно в пониженных элементах рельефа, рекомендуется монолитный ленточный фундамент укладывать на подсыпках толщиной 40—60 см, но при этом насыпной грунт подсыпки следует максимально уплотнить;

б) после окончания фундаментных работ надлежит закончить планировку площадки вокруг дома с обеспечением стока воды от здания;

в) на среднепучинистых, слабопучинистых и практически непучинистых грунтах можно устраивать ленточные фундаменты из сборных железобетонных блоков сечением 25×25 см и длиной не менее 2 м;

г) согласно типовому проекту обязательно следует выполнить укладку отмостки снаружи дома шириной 0,7 м, посадить декоративные кустарники, подготовить почвенный слой вокруг дома и посеять семена дернообразующих трав. Планировка участков под задернение должна быть выполнена под линейку.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УСТРОЙСТВУ МАЛОЗАГЛУБЛЯЕМЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

6.4. Малозаглубляемые фундаменты на локально уплотненном основании нашли применение при строительстве зданий и сооружений сельскохозяйственного назначения на средне- и слабопучинистых грунтах. Локальное уплотнение грунтов достигается забивкой фундаментных блоков в грунт или установкой сборных блоков в гнезда, вытрамбованные при помощи инвентарного уплотнителя динамическим способом, что повышает степень индустриализации строительных работ, снижает стоимость, трудовые затраты и расходы стройматериалов.

Локально уплотненное грунтовое основание под фундаментом приобретает улучшенные физико-механические свойства и имеет

значительно большую несущую способность. В результате повышенного давления на грунт и его большей плотности резко снижаются деформации основания при замерзании и оттаивании грунта.

Экспериментальными исследованиями по определению деформации морозного пучения под давлением в природных условиях было установлено, что при промерзании локально уплотненного основания ниже подошвы фундамента на 60—70 см величина морозного выпучивания фундамента составляет: при давлении на грунт в 1 кгс/см^2—5—6 мм; 2 кгс/см^2—4 мм; 3 кгс/см^2 — 3 мм; 4 кгс/см^2 — 2 мм и при давлении 6,5 кгс вертикальных перемещений у фундамента не наблюдалось в течение двух зим.

Применение локального уплотнения грунтов в основании на средне- и слабопучинистых грунтах дает возможность использовать промерзающий грунт в качестве естественного основания с глубиной заложения фундаментов на 0,5—0,7 от нормативной глубины промерзания грунтов. Так, например, для средней полосы Европейской территории СССР заложение фундаментов можно принимать на 1 м от планировочной отметки с условием локального уплотнения грунтов.

Подготовка оснований под малозаглубляемые фундаменты должна производиться в следующем порядке:

а) срезка растительно-дернового слоя и подсыпка грунта, не содержащего растительных включений;

б) локальное уплотнение грунтов в основании столбчатых фундаментов путем забивки инвентарного уплотнителя для образования гнезд под сборные фундаменты;

в) разбивка осей расположения уплотненных оснований должна производиться после того, как на площадку будет доставлено оборудование для локального уплотнения грунтов под отдельностоящие фундаменты;

г) глубина заложения малозаглубляемых фундаментов принимается из следующих условий:

для зданий, в которых не допускаются вертикальные перемещения от морозного пучения грунтов в зависимости от удельного давления на грунт под подошвой фундамента в пределах от 4 до 6 кгс/см^2;

для легких зданий, при наличии вертикальных перемещений, не мешающих нормальной эксплуатации (временные, сборно-щитовые, деревянные и другие здания), глубина промерзания грунта под подошвой фундамента может быть принята, исходя из допустимых деформаций.

Перед устройством малозаглубляемых фундаментов на площадках со сложным геологическим сложением необходимо уточнить осадки фундаментов, установленных на локально-уплотненном основании, статическими испытаниями. Количество испытаний на объекте устанавливается проектной организацией в зависимости от гидрогеологических условий.

Технология устройства малозаглубляемых фундаментов изложена во «Временных рекомендациях по проектированию и устройству мелкозаглубленных фундаментов на пучинистых грунтах под малоэтажные сельскохозяйственные здания» (НИИОСП, М., 1972).

7. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ГЛУБИНЫ ПРОМЕРЗАНИЯ ГРУНТОВ И НОРМАЛЬНЫХ СИЛ МОРОЗНОГО ВЫПУЧИВАНИЯ МАЛОЗАГЛУБЛЯЕМЫХ ФУНДАМЕНТОВ

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ПРАКТИКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

7.1. Теплоизоляционные мероприятия, применяемые в практике фундаментостроения, подразделяются на временные (только на период строительства) и на постоянные (с учетом их действия в течение всего срока эксплуатации зданий и сооружений).

Во время строительства вокруг фундаментов зданий и сооружений рекомендуется применять временные теплоизоляционные покрытия из опилок, шлака, керамзита, шлаковаты, соломы, снега и других материалов в соответствии с указаниями по предохранению грунтов и грунтовых оснований от промерзания.

К постоянным теплоизоляционным мероприятиям относятся отмостки, укладываемые на теплоизоляционную подушку из шлака, керамзита, шлаковаты, поролона, прессованных торфяных плит, сухого песка и др. материалов.

Уложенные теплоизоляционные отмостки вокруг строящегося здания обычно разрушаются при дальнейших монтажных работах движением механизмов и после полного окончания строительных работ их требуется перестраивать, что не всегда выполняется, а поэтому создаются условия для неравномерного водонасыщения грунтов и глубины промерзания грунтов возле фундаментов.

Наибольший теплоизоляционный эффект достигается в тех случаях, когда материал подушки находится в сухом состоянии, но часто теплоизоляционный материал, уложенный в корыто, водонасыщается осенью перед промерзанием и от этого снижается теплоизоляционный эффект.

В некоторых случаях вместо устройства отмосток применяют задернение поверхности грунта у наружных стен и, как показывает опыт, промерзание грунта под растительным покровом снижается на половину по сравнению с глубиной промерзания грунта под оголенной поверхностью грунта.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ГЛУБИНЫ ПРОМЕРЗАНИЯ ГРУНТОВ

7.2. В целях обеспечения сохранности отмосток и их теплоизоляционного эффекта рекомендуется вместо отмосток на теплоизоляционных подушках применять для отмосток керамзитобетон с объемным весом в сухом состоянии от 800 до 1000 кгс/м^3 при расчетной величине коэффициента теплопроводности соответственно в сухом состоянии 0,2—0,17 и в водонасыщенном 0,3—0,25 ккал/м·ч·°С.

Укладку отмостки из керамзитобетона следует производить только после тщательного уплотнения и планировки грунта возле фундаментов у наружных стен.

Керамзитобетонную отмостку желательно укладывать на поверхность грунта с расчетом меньшего ее водонасыщения. Не следует укладывать керамзитобетон в открытое в грунте корыто на толщину отмостки. Если же по конструктивным особенностям этого избежать нельзя, то необходимо предусмотреть дренажные воронки для отвода воды из-под керамзитобетонной отмостки.

Конструкция керамзитобетонной отмостки принимается простейшей формы в виде ленты, размеры которой назначаются в зависимости от расчетной глубины промерзания грунта по табл. 5.

Таблица 5

Глубина промерзания грунта, м	Размеры отмостки, м	
	толщина	ширина
До 1	0,15	0,7
1,5	0,2	1
2 и более	0,3	1,5

По данным экспериментальной проверки теплоизоляционного эффекта отмостки на керамзитовой подушке толщиной 0,2 м и шириной 1,5 м глубина промерзания грунта у ограждения зимних теплиц уменьшалась в 3 раза и коэффициент теплового влияния отапливаемой теплицы с отмосткой на керамзитовой подушке m_t получен в среднем 0,269.

В такой же экспериментальной проверке на строительных объектах нуждаются предлагаемые размеры керамзитобетонных отмосток и конструкций незаглубляемых и малозаглубляемых железобетонных фундаментов на керамзите для временных зданий и сооружений строительных баз теплоэлектростанций.

8. УКАЗАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО НУЛЕВОМУ ЦИКЛУ

8.1. К производству работ нулевого цикла предъявляются следующие требования: избегать избыточного водонасыщения пучинистых грунтов в основании фундаментов, предохранять их от промерзания в период строительства и своевременно оканчивать земляные работы по засыпке пазух и планировке площадки вокруг строящегося здания.

В практике строительства иногда на пониженных площадках применяется подсыпка грунта при помощи рефулирования со дна водоема мелкозернистого или пылеватого песка. Поскольку гидромониторами песок вместе с водой выливается из труб на площадку (с которой вода скатывается, а грунт оседает), следует предусмотреть дренирование песчаного намытого слоя в целях его самоуплотнения и снижения водонасыщения.

Обычно намытые мелкие и пылеватые пески долгое время находятся в водонасыщенном состоянии, поэтому такие грунты при промерзании оказываются сильнопучинистыми и в то же время слабоуплотненными.

При использовании рефулированных грунтов в качестве естественных оснований нельзя допускать промерзания грунтов под фундаментами и укладывать фундаменты на промороженный грунт даже для малоэтажных зданий.

Там, где здания уже построены или находятся в стадии строительства, не следует допускать намыв пучинистых грунтов ближе 3 м от фундаментов наружных стен.

Способ производства земляных работ с применением гидромеханизации безвредно можно применять в южных районах нашей страны, где нормативная глубина промерзания грунтов не более 70—80 см, а также при непучинистых грунтах по всей территории СССР. Но на площадках, сложенных пучинистыми грунтами, разработку грунтов при помощи гидромеханизации производить не следует, так как этот способ водонасыщает грунты, что нарушает требования пп. 3.36—3.38, 3.40 и 3.41 главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений о предохранении грунтов от избыточного водонасыщения поверхностными водами. Категорического запрещения в применении разработки грунтов способом гидромеханизации в принципе нет, но при этом способе нужно предпринять необходимые гидромелиоративные мероприятия по осушению грунтов в основании фундаментов и дать надлежащие технико-экономические обоснования.

8.2. При устройстве фундаментов на пучинистых грунтах необходимо стремиться при рытье котлованов землеройными механизмами к соблюдению требований действующих нормативно-технических документов на производство и приемку земляных работ. Следует отрывать траншеи для укладки ленточных сборных и монолитных фундаментов небольшой ширины с тем расчетом, чтобы ширину пазух можно было перекрыть отмосткой или гидроизоляционным экраном. После монтажа сборных фундаментов или укладки бетона в монолитный фундамент следует немедленно произвести обратную засыпку пазух с тщательным уплотнением грунта и обеспечением стока от скопления поверхностных вод вокруг здания, не дожидаясь окончательной планировки площадки и укладки отмосток.

8.3. Открытые котлованы и траншеи не следует оставлять на длительное время до установки в них фундаментов, так как большой разрыв во времени между открытием котлованов и укладкой в них фундаментов в большинстве случаев приводит к резкому ухудшению грунтов в основании фундаментов вследствие периодического или постоянного затопления дна котлована водой. На пучинистых грунтах к вскрытию котлована следует приступать только тогда, когда на строительную площадку завезены фундаментные блоки и все необходимые материалы и потребное оборудование.

Все работы по укладке фундаментов и засыпке пазух желательно выполнять в летний период, когда работы можно производить быстро и с высоким качеством при сравнительно невысокой стоимости земляных работ. Сезонность производства работ по нулевому циклу на пучинистых грунтах было бы полезно соблюдать.

При необходимости вскрытия котлованов и траншей на глубину больше 1 м в зимнее время, когда грунт находится в твердомерзлом состоянии, часто приходится прибегать к искусственному оттаиванию грунта различными способами, что ускоряет выполнение земляных работ и не ухудшает строительные свойства грунтов

в основании фундаментов. Не следует применять оттаивание пучинистых грунтов путем пуска водяного пара в пробуренные скважины, так как при этом резко повышается влажность грунта за счет конденсата водяного пара.

8.4. Засыпку пазух надлежит выполнять после окончания бетонирования монолитных фундаментов и после укладки цокольного перекрытия при сборно-блочных фундаментах. Следует иметь в виду, что засыпка пазух возле фундаментов бульдозером не обеспечивает надлежащего уплотнения грунта и вследствие этого происходит аккумуляция большого количества поверхностных вод, которые неравномерно водонасыщают грунты возле фундаментов и при замерзании создают благоприятные условия для деформации фундаментов и надфундаментного строения касательными силами морозного выпучивания. Еще хуже бывает, когда засыпка пазух выполняется в зимнее время мерзлым грунтом и без уплотнения. Уложенная отмостка возле фундаментов обычно проваливается после оттаивания и самоуплотнения грунта в пазухах.

Пазухи надлежит засыпать тем же талым грунтом с тщательным послойным уплотнением.

Применение механизмов для уплотнения грунта при засыпке пазух затрудняется из-за наличия цокольных стенок, создающих стесненные условия для работы механизмов.

8.5. Согласно требованию главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений надлежит применять мероприятия по предотвращению промерзания пучинистого грунта ниже подошвы фундамента в период строительства.

В случае перезимования уложенных фундаментов и плит не следует забывать о предохранении грунтов от промерзания, особенно когда фундаменты будут нагружаться при кладке или монтаже стен здания до оттаивания грунтов ниже подошвы фундаментов. В целях предохранения грунтов от замерзания в основании фундаментов применяют различные способы, начиная с засыпки грунтом и кончая покрытием фундаментов и плит теплоизоляционными материалами. Отложения снега являются также хорошим теплоизолирующим материалом и его можно использовать в качестве теплоизолятора.

Железобетонные плиты толщиной более 0,3 м на сильнопучинистых грунтах должны быть укрыты при нормативной глубине промерзания более 1,5 м минеральными плитами в один слой, шлаковатными матами или керамзитом с объемным весом 500 кгс/м^3 и коэффициентом теплопроводности 0,18 слоем 15—20 см.

Если здание возведено, а грунты в основании фундаментов находятся в мерзлом состоянии, то необходимо позаботиться об обеспечении равномерного оттаивания грунтов под подошвой фундамента путем укладки теплоизоляционных покрытий с наружных сторон фундаментов и обогревом грунтов внутри здания, для чего можно использовать электроэнергию или нагревание воздуха в подполье калориферами и временными отопительными печами.

Стены зимней кладки для равномерного оттаивания с южной стороны приходится завешивать рогожами, щитами, толем, фанерой или соломенными матами для защиты от обрушения при быстром и неравномерном оттаивании.

В качестве теплоизоляции на период оттаивания грунтов возле фундаментов снаружи здания на 1—1,5 месяца с южной сто-

роны можно применять складирование бетонных блоков, кирпича, щебня, песка, керамзита и других материалов.

Из-за неравномерного оттаивания грунтов под наружными и внутренними поперечными несущими стенами происходит образование сквозных трещин под и над проемами на поперечной внутренней несущей стене. Эти трещины обычно расширяются и иногда вверху доходят до десятков сантиметров, при этом у наружных продольных стен наблюдается крен с отклонением верхней части в сторону от здания. При больших кренах приходится разбирать значительные участки наружных и внутренних стен.

Крен наружных стен часто образуется в процессе промерзания грунта в январе—марте, когда фундаменты наружных стен заложены на расчетную глубину промерзания грунта, а под внутренние несущие стены фундаменты заложены мелко (на половину или даже одну треть от нормативной глубины промерзания грунтов).

Под действием нормальных сил морозного пучения грунтов на подошву фундаментов внутренних несущих стен также появляются расширяющиеся кверху сквозные трещины, при этом верх наружных стен заметно отклоняется от вертикали. Крен наружных стен зависит от высоты поднятия внутренней каменной стены и ширины раскрытия одной или двух трещин на верху внутренней стены.

8.6. При первом обнаружении хотя бы мелких волосяных трещин на стенах каменных зданий необходимо установить причину их появления и принять меры по прекращению расширения этих трещин. Если трещины появились под действием нормальных сил морозного пучения, то нельзя допускать заделки этих трещин цементным раствором. Основным мероприятием в данном случае будет оттаивание грунта внутри здания под фундаментами внутренних несущих стен, что вызовет осадку фундамента и трещины закроются частично или полностью. От продолжения возведения стен или монтажа сборных домов при промороженном основании следует воздержаться до полного оттаивания грунтов под фундаментами и до стабилизации осадки фундаментов после оттаивания грунтов.

8.7. На строительных площадках во время производства работ грунты в основании локально водонасыщаются от утечки воды в грунт из неисправной водопроводной сети. Это приводит к тому, что на отдельных участках глинистые грунты из непучинистых и слабопучинистых превращаются в сильнопучинистые со всеми вытекающими последствиями.

Для предохранения грунтов в основании фундаментов от локального водонасыщения в период строительства линии временного водоснабжения стройки следует укладывать по поверхности, с тем чтобы легче было обнаружить появление утечки воды и своевременно устранить повреждения в водопроводной сети.

9. МЕРОПРИЯТИЯ НА ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПО ЗАЩИТЕ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ ОТ ИЗБЫТОЧНОГО ВОДОНАСЫЩЕНИЯ

9.1. При промышленной эксплуатации зданий и сооружений, возведенных на пучинистых грунтах, не следует допускать изменения проектных условий по основаниям и фундаментам. Для обеспечения устойчивости фундаментов и эксплуатационной пригодности зданий необходимо выполнять мероприятия, направленные против повышения степени пучинистости грунтов и появления деформаций конструктивных элементов здания от морозного выпучивания фундаментов. Эти мероприятия сводятся к выполнению следующих требований: а) не создавать условий для повышения влажности грунтов в основании фундаментов и в зоне сезонного промерзания ближе 5 м в сторону от фундаментов; б) не допускать более глубокого промерзания грунтов около фундаментов по отношению к расчетной глубине промерзания грунтов, принятой при проектировании; в) не разрешать срезать грунт вокруг фундаментов при перепланировке населенного пункта или застраиваемой площадки; г) не снижать проектную нагрузку на фундамент.

В целях борьбы с повышением природной влажности грунтов в основании фундаментов в процессе промышленной эксплуатации зданий и сооружений рекомендуется: все производственные, бытовые и ливневые воды спускать в пониженные места в сторону от фундаментов или в приемники ливневой канализации и содержать водоотводные сооружения в исправном состоянии; ежегодно все работы по прочистке поверхностных водоотводов, т. е. нагорных канав, кюветов, лотков, водоприемников, отверстий искусственных сооружений, а также ливневой канализации, должны выполняться до начала осенней дождливой погоды. Необходимо проводить периодическое наблюдение за состоянием водоотводных сооружений, все работы по исправлению поврежденных откосов, нарушений планировки и отмосток производить немедленно, не затягивая эти работы до начала промерзания грунтов. Если эти повреждения образовали застой воды на поверхности грунта вблизи фундаментов, следует срочно обеспечить отвод поверхностной воды от фундаментов. При обнаружении на местности эрозионной деятельности ливневых вод следует срочно ликвидировать размыв грунтов и укрепить участки по водостоку с большим перепадом ливневых вод.

9.2. Предусмотренные по проекту и осуществленные строительством теплоизоляционные покрытия у фундаментов вокруг зданий в виде отмосток на шлаковых или керамзитовых подушках, задернения поверхности грунта или другие покрытия должны поддерживаться в таком состоянии, как это было выполнено по проекту во время строительства. При проведении капитальных ремонтов зданий нельзя допускать перезимовку отапливаемых зданий без отопления, а также замену отмосток вокруг зданий с теплоизоляционными покрытиями на отмостки без теплоизоляционного покрытия.

При капитальных ремонтах зданий нельзя допускать понижения планировочных отметок у выстроенных зданий на сильнопучинистых грунтах, так как глубина заложения фундамента может оказаться меньше расчетной глубины промерзания грунта. Расстояние от наружной стены здания до места срезки грунта должно

быть не менее расчетной глубины промерзания грунтов, а если позволяют условия, то следует оставить полосу нетронутого грунта (т. е. без срезки) возле фундаментов шириной 3 м. Исключением из этого требования могут быть только такие случаи, когда расстояние от планировочной отметки до подошвы фундамента после срезки грунта окажется не менее расчетной глубины промерзания грунтов. При этих работах нельзя нарушать условия поверхностного водоотвода атмосферных вод и других гидромелиоративных устройств, что позволит предотвратить водонасыщение грунтов возле фундаментов зданий и сооружений.

9.3. В период эксплуатации зданий может возникнуть необходимость изменить при реконструкции нагрузку на фундаменты промышленных зданий при смене оборудования или изменении технологических процессов производства, что может нарушить соотношение между силами морозного выпучивания фундаментов и давлением на фундаменты от веса здания.

Часто при повышении нагрузок на фундаменты требуется применять усиление фундаментов. При этом возрастает площадь смерзания грунта с боковой поверхностью фундамента, касательные силы морозного выпучивания увеличиваются пропорционально возрастанию площади смерзания фундамента с грунтом. Следовательно, при проектировании усиления фундаментов (особенно столбчатых) надлежит проверить устойчивость фундаментов на действие касательных сил морозного выпучивания.

Также надлежит проверять расчетом фундаменты под оборудование в холодных цехах или на открытом воздухе, когда тяжелое оборудование заменяется более легким, т. е. при снижении нагрузки на фундамент. Если расчет покажет, что касательные силы морозного выпучивания превышают вес сооружения, то следует применительно к конкретным условиям предусмотреть конструктивные или другие мероприятия против выпучивания фундаментов.

9.4. Предусмотренные проектом участки с травяным покровом нуждаются в ежегодном уходе, который состоит в своевременной подготовке почвенного слоя, подсеве дернообразующих трав и подсадке кустарников. Наличие дернового слоя почти наполовину снижает глубину промерзания грунтов, а кустарниковые насаждения аккумулируют отложения снега, что снижает глубину промерзания более чем в три раза по сравнению с глубиной промерзания на открытой площадке. Все работы по уходу и за дерновым покровом, и за кустарниковыми насаждениями лучше выполнить в весеннее время без нарушения принятой проектом планировки территории. Там, где окажутся нарушены дерновый покров и планировка поверхности грунта вследствие проведения земляных работ по ликвидации аварий подземных коммуникаций или прохождения автомашин, необходимо восстановить планировку, взрыхлить растительный слой и вновь посеять семена дернообразующих трав. Лучшими задернителями считаются травосмеси местной флоры. В жаркие и засушливые месяцы требуется поливать дерновый покров и декоративные кустарники, с тем чтобы они не погибли от недостатка влаги.

9.5. Иногда в период промышленной эксплуатации обнаруживаются деформации зданий в виде появления трещин в стенах кирпичной кладки и перекосов у проемов крупноблочных или панельных ограждений. При первом обнаружении деформации конструк-

тивных элементов здания необходимо установить систематическое наблюдение за изменением этих деформаций по установленным на трещинах маякам и по данным нивелировки установленных марок. Все коренные мероприятия по ликвидации имеющихся деформаций следует назначать только после установления причин этих деформаций. В особо сложных случаях администрация предприятия для установления причин деформации и разработки мероприятий должна обратиться в проектный или научно-исследовательский институт.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3
1. Общие положения 6
2. Основные положения по проектированию 8
3. Инженерно-мелиоративные мероприятия по снижению деформаций от действия сил морозного пучения грунтов . . . 9
4. Строительно-конструктивные мероприятия против деформации зданий и сооружений при промерзании и пучении грунтов 11
5. Тепловые и химические мероприятия против действия сил морозного пучения 23
6. Мероприятия по предотвращению выпучивания незаглубляемых и малозаглубляемых фундаментов 25
7. Теплоизоляционные мероприятия по снижению глубины промерзания грунтов и нормальных сил морозного выпучивания малозаглубляемых фундаментов 31
8. Указания к производству строительных работ по нулевому циклу 32
9. Мероприятия на период эксплуатации зданий и сооружений по защите грунтов в основании от избыточного водонасыщения 36

НИИОСП им. Н. М. Герсеванова

Руководство по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией *Г. А. Жигачева*
Редактор *Н. В. Лосева*
Мл. редактор *Л. Н. Козлова*
Технический редактор *Ю. Л. Циханкова*
Корректор *В. А. Быкова*

Сдано в набор 28.02.79. Подписано в печать 5.04.79. Т-06551 Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага типографская № 3. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 2,1. Уч.-изд. л. 2,86. Тираж 30000 экз. Изд. № XII—8327. Заказ № 337. Цена 15 коп.

Стройиздат
103006, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография № 32 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли Москва, 103051, Цветной бульвар, 26.

gost.e-ecolog.ru